

SUPRACTYL, un nuevo bioestimulante en cítricos

En el desarrollo de una agricultura más moderna y sostenible, la productividad de los cultivos es un factor de vital importancia. En ella, el uso de bioestimulantes que activen el metabolismo de la planta y que logren un cultivo más eficiente es una buena estrategia para aumentar la productividad y la calidad del fruto. Con este objetivo se ha desarrollado un nuevo bioestimulante, SUPRACTYL cuyo efecto sobre plantas de cítricos se ha evaluado en naranjos Salustianos de 3 años de edad, durante dos ciclos vegetativos completos. Durante el primer año se realizó el aporte del producto SUPRACTYL por vía foliar, con 1, 2 ó 3 aplicaciones por árbol y el segundo se realizó una única aplicación del producto. El aporte foliar de SUPRACTYL generó un mejor estado hídrico en la planta debido a una mejor regulación de los estomas y, por tanto, del intercambio gaseoso de la planta, lo que podría repercutir en la resistencia de las plantas al estrés abiótico. Además, la presencia de componentes bioactivos activa el desarrollo celular y provoca un mejor aprovechamiento de la fotosíntesis, posiblemente, a través de la estimulación de los flujos energéticos.

PALABRAS CLAVE: bioestimulante, cítricos, fotosíntesis, eficiencia uso agua, crecimiento celular, vitamina C.

B. Martínez-Alcántara¹, J.R. Bautista^{2,4}, A. Bermejo¹, R. Baigorri³, S. San Francisco³, A. Quiñones⁴

¹Centro de Citricultura y Fruticultura, IVIA.

²Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú.

³Departamento Técnico y de Desarrollo, Timac AGRO, Lodosa (Navarra).

⁴Centro para el Desarrollo de Agricultura Sostenible. IVIA. Moncada (Valencia).

INTRODUCCIÓN

En el desarrollo de una agricultura más moderna y sostenible, la productividad de los cultivos es un factor de vital importancia. En el caso de los cítricos, debido a las condiciones climatológicas de las zonas españolas dedicadas a tales cultivos, la escasez de agua, su calidad y las condiciones edáficas pueden limitar la producción de este cultivo. El uso de bioestimulantes que activen el metabolismo de la planta y que logren un cultivo más eficiente es una buena estrategia para aumentar la productividad y la calidad del fruto desde un punto de vista sostenible. Con este objetivo se ha desarrollado un nuevo bioestimulante, SUPRACTYL.

SUPRACTYL es un bioestimulante capaz de controlar los procesos fisiológicos debido a una estructura compleja formada por unidades moleculares, en cuyo interior se albergan apéndices bioactivos: sustancias contenidas en su interior que maximizan la bioestimulación y regeneración. Así es capaz de optimizar el desarrollo celular y el flujo energético de la planta. SUPRACTYL presenta una acción

en dos etapas o fases diferenciadas y consecutivas. En la primera, las unidades moleculares actúan movilizandolos nutrientes retrogradados. En la segunda, los apéndices bioactivos activan la división celular y el crecimiento, generan nuevas estructuras vegetales más rápidamente, estimulan los flujos energéticos aumentando la síntesis de ATP-asa, provocan un mejor aprovechamiento de la fotosíntesis y estimulan procesos defensivos propios de la planta. En definitiva, con la aplicación de SUPRACTYL se alcanza un mayor desarrollo vegetal teniendo a la planta más y mejor preparada ante cualquier estrés.

MATERIAL Y MÉTODOS

Un grupo de 42 plantas jóvenes (3 años al inicio del ensayo) de la variedad Salustiana, injertadas sobre citrange Carrizo, se cultivaron en macetas-lisímetros de 50 L de capacidad en un suelo franco-arenoso representativo de las áreas citrícolas del este peninsular. El 1 de abril de 2015 las macetas se trasladaron desde un invernadero a un umbráculo (6 x 24 m) cubierto, únicamente por la parte superior, con policarbonato

transparente, para evitar que las condiciones climáticas adversas (pedrisco, viento, etc.) pudieran afectar al normal desarrollo de las plantas (**Fotografía 1**). Las plantas se fertilizaron siguiendo las prácticas habituales para el cultivo de los cítricos en función del diámetro de copa promedio.

Durante el primer año se realizó el aporte del producto SUPRACTYL por vía foliar, con 1, 2 ó 3 aplicaciones por árbol. La primera de las aplicaciones tuvo lugar al inicio del cuajado del fruto (16 de abril de 2015), y las siguientes con un desfase de 10 días desde la aplicación anterior (29 de abril y 13 de mayo, respectivamente). El diseño experimental fue de 2 réplicas por tratamiento con 6 plantas por repetición distribuidas al azar en el umbráculo. El tratamiento control contó con 2 réplicas de 3 plantas por repetición. Con el fin de evitar la contaminación cruzada, durante las aplicaciones se cubrieron las plantas correspondientes al resto de tratamientos con un plástico transparente, hasta que todas las gotas en suspensión se hubieran depositado (**Fotografía 1**). En vista de los resul-

tados obtenidos el primer año, se decide repetir el tratamiento de una aplicación de SUPRACTYL (el 25 de abril de 2016) en dos de los bloques de 6 plantas que habían recibido el bioestimulante en el primer año, y se compararon los resultados obtenidos con las plantas control, que no recibieron aporte foliar del mismo.

Considerando que la dosis comercial recomendada de SUPRACTYL para árboles adultos es de 2 L·ha⁻¹ en 2000 L de agua, lo que equivale a 4,8 mL en 4,8 L de agua por árbol para un marco de plantación de 6 x 4 (417 árboles·ha⁻¹), la dosis para un árbol de 3/4 años será de 0,5 mL en 0,5 L de agua por árbol, suponiendo un diámetro de copa 5 veces menor al de un árbol adulto.

PARÁMETROS ANALIZADOS

Con el fin de cuantificar el efecto de SUPRACTYL sobre la **biomasa** de las plantas, se realizaron medidas al inicio y final de cada año del ensayo del diámetro del tronco y de la altura y diámetro de la copa. Mediante estas dos medidas, se calculó el volumen de copa.



Fotografía 1. Naranja salustiano en las condiciones de cultivo (bajo umbráculo y en maceta, con riego localizado a goteo).

Para evaluar el efecto del SUPRACTYL en la **absorción de nutrientes** por la planta, se analizó la concentración de macros (N, P, K, Ca, Mg, Na y S) y micronutrientes (Fe, Zn, Mn, B, Mo, Cu y Cl) en hojas de la brotación de primavera sin fruto terminal muestreadas en noviembre de 2015 y 2016. La concentración de nitrógeno se determinó mediante un Analizador Elemental. La concentración del resto de macro y micronutrientes se analizó mediante espectrometría de emisión con fuente de plas-

ma de acoplamiento inductivo.

Además se realizaron medidas de SPAD, en diferentes momentos a lo largo del ciclo vegetativo durante las dos campañas de estudio.

En el momento de la recolección se midió la **producción** y los parámetros de **calidad de la fruta** (índice de color, acidez, sólidos solubles e índice de madurez) en cada uno de los tratamientos durante las dos campañas de ensayo. Asimismo, con objeto de conocer los posibles efectos de

UNA REVOLUCIÓN EN BIOESTIMULACIÓN

Bioestimulante
Regenerativo✓

SUPRACTYL

SMR

 **Timac AGRO**

SUPRACTYL sobre la calidad nutricional y fitoquímica de la fruta se analizó el **contenido** de ciertos **metabolitos** de interés, ácido ascórbico (vitamina C total), ácidos orgánicos y carbohidratos mayoritarios en los frutos en desarrollo y en el momento de madurez comercial, utilizando un sistema de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) con detectores de fotodiodos, masas e índice de refracción.

En diferentes momentos del ciclo vegetativo se realizaron medidas del **potencial hídrico** con el fin de conocer el estado hídrico de las plantas. Las medidas de potencial hídrico foliar se han realizado por el método propuesto por Scholander *et al.* (1965) utilizando una cámara de presión Scholander.

Para las medidas de **intercambio gaseoso** y los parámetros relacionados se utilizó un analizador de gases portátil LICOR. Todas las medidas se realizaron en la segunda hoja de primavera a partir de la 3ª hora de luz desde el inicio del fotoperíodo. A partir de las medidas realizadas se calcularon los datos referentes a la asimilación neta de CO₂ (A, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), la transpiración instantánea (E, $\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) y el ratio entre ellas en condiciones de crecimiento.

Con el fin de conocer si el aporte foliar de SUPRACTYL modifica la fisiología foliar, al final del ciclo vegetativo se muestrearon hojas, de los dos años de ensayo, y se realizó el **estudio histológico** de las mismas.

El efecto del SUPRACTYL sobre los diferentes parámetros evaluados se analizó estadísticamente con el programa Statgraphics Plus versión 5.1 (Statistical Graphics, Englewood Cliffs, NJ). Durante el segundo año se evaluó el efecto de una única aplicación de SUPRACTYL sobre los mismos parámetros.

RESULTADOS OBTENIDOS

La **Tabla 1** muestra las diferentes variables biométricas medidas al inicio y al final de cada ciclo vegetativo. Al finalizar el primer año de estudio,

Tabla 1. Incremento medio del volumen de copa y diámetro del tronco (variedad y patrón) registrado al final del ciclo vegetativo en los dos años de ensayo (2015-2016).

Tratamientos		ΔV_{copa}	$\Delta \phi_{\text{injerto}}$ (%)	$\Delta \phi_{\text{patrón}}$ (%)
2015	CONTROL	1,80 ± 0,18 b	22,6 ± 4,2 b	19,1 ± 3,6 a
	SUPRACTYL 1Ap	3,22 ± 0,19 a	53,1 ± 3,8 a	12,6 ± 1,1 b
	SUPRACTYL 2Ap	3,84 ± 0,43 a	54,3 ± 6,1 a	10,0 ± 2,2 b
	SUPRACTYL 3Ap	3,17 ± 0,18 a	54,3 ± 4,9 a	14,3 ± 1,8 ab
	ANOVA	*	**	*
2016	CONTROL	3,63 ± 0,38	9,6 ± 2,3 b	12,1 ± 2,5 a
	SUPRACTYL	3,74 ± 0,52	13,1 ± 2,6 a	6,5 ± 1,6 b
	ANOVA	NS	*	**

los árboles que recibieron aportes de SUPRACTYL incrementaron el volumen de copa con respecto de las plantas control independientemente del número de aplicaciones; de modo que las plantas tratadas triplicaron el volumen de copa mientras que las plantas control tan sólo lo duplicaron (**Tabla 1**). En el segundo año del ensayo no se vieron diferencias significativas en el incremento del volumen de copa con una aplicación de SUPRACTYL frente al control.

El aporte de SUPRACTYL afectó al diámetro del tronco medido por encima y debajo del injerto, en diferente sentido. De este modo, el diámetro de la variedad injertada se incrementó significativamente en las plantas que recibieron aplicación foliar del producto, con respecto a las plantas control. Sin embargo, el incremento en el diámetro del patrón fue mayor en los árboles control que en los tratados con SUPRACTYL. Esta pauta se mantuvo el segundo año del ensayo en las plantas que recibieron SUPRACTYL con respecto a las plantas control.

Estos resultados parecen indicar que los aportes del SUPRACTYL al ser realizados por vía foliar afectar significativamente a la copa de los árboles, afectando de forma diferente en la fracción de la planta por debajo del injerto.

En cuanto al estado nutritivo de las plantas, la concentración de N, Ca, S, Fe, Zn y Mn al final del primer año de ensayo fue baja o muy baja en todas las plantas debido, posiblemente, a que las dosis empleadas no fueron suficientes para cubrir la demanda del

gran desarrollo vegetativo observado en las plantas. Sin embargo, la concentración foliar de K y P se encontraba en niveles altos o muy altos. Dado que los árboles presentaron una producción muy baja, los niveles de K en hoja no se vieron afectados, al ser el fruto el principal sumidero de este elemento. Los niveles de Mg, Na, y B presentaron valores dentro de un rango óptimo para el correcto desarrollo de las plantas. En términos generales, durante el segundo año de ensayo, donde se incrementaron considerablemente las dosis de macronutrientes aportados, los árboles presentaron un nivel foliar alto de N, óptimo con respecto al P, K, Ca, Mg, S, Na, Mn y B y bajo para el Fe, Zn y Cu.

Los tratamientos empleados no afectaron de forma significativa a la concentración foliar de N, P, K, Ca y S en los dos años de ensayo. Sin embargo, la concentración foliar de Mg fue significativamente superior en las plantas que recibieron un aporte de SUPRACTYL durante los dos años de ensayo (datos no mostrados). Los tratamientos afectaron significativamente también a la concentración foliar de Zn y Mn. Tres aplicaciones de SUPRACTYL el primer año dieron lugar a una mayor concentración foliar de estos elementos. Este mismo resultado se observó en 2016 en las plantas que recibieron una aplicación de SUPRACTYL (**Tabla 2**).

En las mismas hojas de la brotación de primavera se realizaron medidas del índice de SPAD a lo largo del ciclo vegetativo (**Tabla 3**). Al inicio y al final de período de muestreo durante el año 2015, se observaron diferencias

significativas entre los índices de SPAD de las plantas control y de las de las plantas que recibieron tres aportes foliares, con un mayor valor en las hojas de estas últimas. El aporte reiterado de SUPRACTYL dio lugar a hojas con un color verde más intenso, mejorando el aspecto exterior de la plantación. Esta misma pauta se obtuvo en los primeros muestreos del año 2016, con valores verdes más intensos en aquellas plantas que habían recibido la aplicación foliar del bioestimulante. Sin embargo, al final del ensayo, con concentraciones de N muy elevadas, los valores de SPAD se igualan en todas las plantas.

En términos generales, los tratamientos efectuados no afectaron a la calidad interna y externa del fruto, así como a la producción obtenida de las plantas (datos no mostrados). La **Tabla 4** muestra el contenido de vitamina C total, ácido cítrico y sacarosa en los frutos obtenidos a partir de muestras recogidas durante dos años consecutivos.

Durante el primer año de estudio no se observaron diferencias significativas en la concentración de ácido ascórbico en el zumo de los frutos. Sin embargo, en el segundo año de ensayo, el zumo de los frutos de las plantas control presentaron una concentración más baja de vitamina C total con respecto a aquellos en los que se aportó SUPRACTYL. Este resultado pudo deberse al efecto acumulativo del bioestimulante en las hojas de los cítricos. Únicamente se observaron diferencias significativas en la concentración de ácido cítrico en octubre de 2015, con valores superiores en las plantas control. Los contenidos en sacarosa del zumo fueron superiores en los frutos procedentes de plantas que recibieron 2 y 3 aplicaciones de SUPRACTYL el primer año. Este incremento en la sacarosa presente en el zumo se obtuvo también el segundo año del estudio con la aplicación de SUPRACTYL.

La **Figura 1** muestra los resultados obtenidos del potencial hídrico de las hojas durante el 2015 y 2016, como medida del estado hídrico de las plantas. Este parámetro es una medida

Tabla 2. Concentración de micronutrientes (ppm) en las hojas de primavera (noviembre).

Tratamientos	Fe	Zn	Mn	B	Cu
CONTROL	27,0 ± 3,1	11,4 ± 1,4 b	4,8 ± 0,6 b	44,9 ± 3,6	6,08 ± 2,22 a
SUPRACTYL 1Ap	27,4 ± 2,2	10,3 ± 0,9 b	3,0 ± 0,3 c	42,4 ± 3,4	3,15 ± 0,28 b
SUPRACTYL 2Ap	29,4 ± 2,8	12,9 ± 1,1 b	6,0 ± 0,6 b	42,4 ± 4,4	4,07 ± 0,65 ab
SUPRACTYL 3Ap	31,7 ± 3,5	17,2 ± 1,0 a	7,6 ± 0,6 a	34,9 ± 3,3	2,95 ± 0,63 b
ANOVA	NS	*	**	NS	*
CONTROL	30,8 ± 1,1	5,4 ± 1,2 b	48,8 ± 2,9 ab	72,8 ± 6,3	2,78 ± 0,38
SUPRACTYL	34,3 ± 2,5	10,2 ± 1,3 a	50,4 ± 3,3 a	66,5 ± 4,3	3,21 ± 0,77
ANOVA	NS	*	*	NS	NS

Tabla 3. Índice de SPAD a lo largo del ensayo.

Tratamientos	04/05/2015	05/06/2015	08/07/2015	24/09/2015
CONTROL	38,4 ± 3,7 b	47,5 ± 8,2 b	65,7 ± 2,8	61,9 ± 6,9 b
SUPRACTYL 1Ap	43,8 ± 8,9 a	49,6 ± 8,0 ab	66,1 ± 5,1	64,5 ± 9,9 ab
SUPRACTYL 2Ap	41,1 ± 5,8 ab	50,4 ± 8,4 ab	63,8 ± 4,1	62,1 ± 7,6 ab
SUPRACTYL 3Ap	45,3 ± 5,3 a	57,2 ± 5,6 a	69,7 ± 8,2	69,5 ± 10,6 a
ANOVA	*	*	NS	*
Tratamientos	11/05/2016	17/06/2016	21/09/2016	1/10/2016
CONTROL	47,7 ± 2,3	59,0 ± 2,2 b	84,8 ± 2,1	86,2 ± 1,8
SUPRACTYL	51,5 ± 1,6	65,9 ± 2,3 a	82,9 ± 1,3	84,7 ± 1,4
ANOVA	NS	*	NS	NS

Tabla 4. Contenido en vitamina C total (ASC, mg/100mL), ácido cítrico (g/L) y sacarosa (g/L).

Tratamiento	ASC	ÁC. CÍTRICO	SACAROSA
CONTROL	46,46 ± 0,55	11,52 ± 0,70 a	42,16 ± 1,55 b
SUPRACTYL 1Ap	45,41 ± 1,52	8,21 ± 0,65 b	37,85 ± 0,41 b
SUPRACTYL 2Ap	45,00 ± 1,45	10,14 ± 1,12 ab	50,47 ± 2,44 a
SUPRACTYL 3Ap	47,06 ± 2,02	9,21 ± 1,07 b	51,77 ± 2,49 a
Oct 2015	NS	*	**
CONTROL	47,85 ± 0,85	11,24 ± 0,73	75,88 ± 4,78 a
SUPRACTYL 1Ap	46,60 ± 0,65	10,30 ± 0,63	77,91 ± 4,88 a
SUPRACTYL 2Ap	45,69 ± 1,06	9,71 ± 0,53	64,98 ± 5,89 a
SUPRACTYL 3Ap	47,96 ± 0,39	9,70 ± 0,37	50,61 ± 1,54 b
Dic 2015	NS	NS	**
CONTROL	61,08 ± 0,76 b	11,85 ± 0,46	44,73 ± 1,25 b
SUPRACTYL	65,74 ± 0,53 a	10,94 ± 0,54	60,29 ± 1,47 a
Sep 2016	***	NS	***

indirecta del estrés en la planta, con valores más negativos a mayor estrés, desde un punto de vista de demanda hídrica. En las medidas realizadas en mayo y junio no se observaron diferencias significativas en el potencial hídrico de las plantas. Sin embargo, en el mes de julio, con un incremento de la temperatura ambiente y mayor demanda hídrica de las plantas, los árboles control presentan un menor potencial hídrico (valores más negativos) que los que recibieron SUPRACTYL por vía foliar.

Durante el segundo año, las plantas control presentaron ya en la mitad del ciclo vegetativo (hasta agosto) un potencial hídrico inferior (más negativo) que las plantas que recibieron bioestimulantes por vía foliar. En cambio no se observaron diferencias significativas al final del ciclo, cuando las plantas estaban en letargo.

Las tablas siguientes muestran la tasa de fotosíntesis neta (el balance entre el carbono atmosférico fijado por las plantas, la fotosíntesis bruta, y el carbono retornado por las hojas

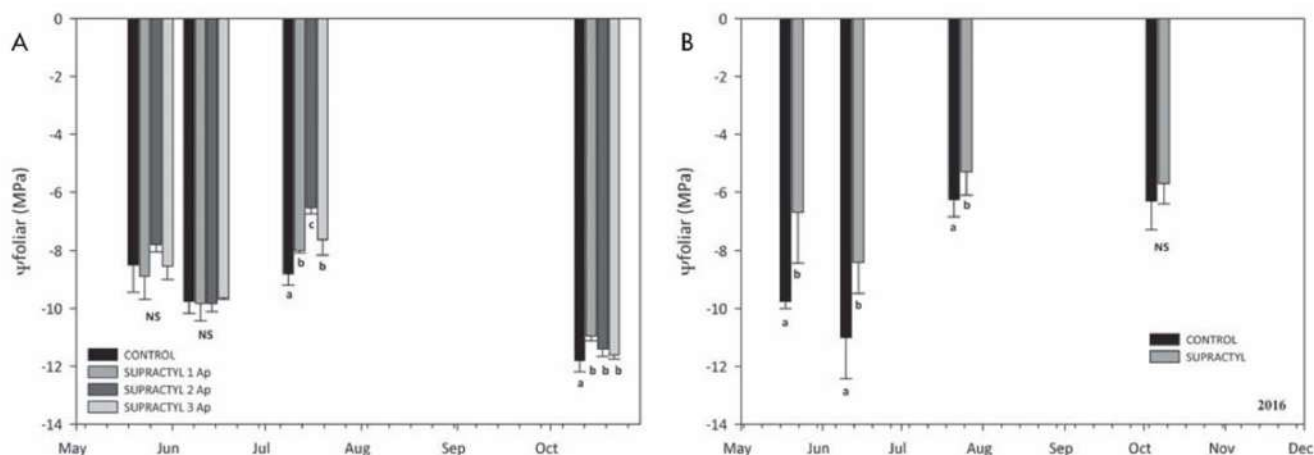
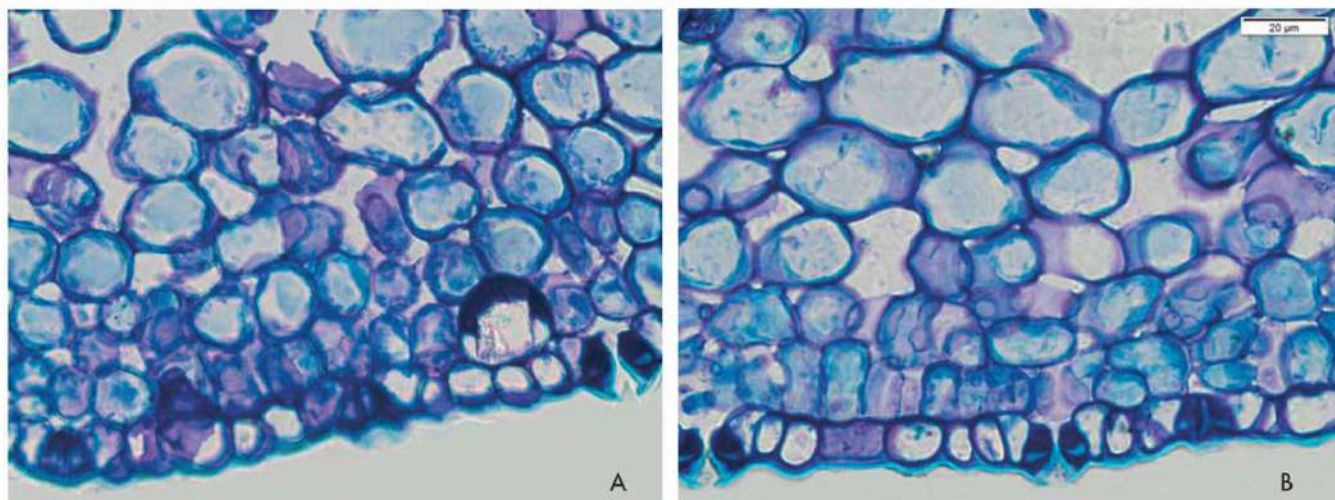


Figura 1. Evolución del potencial hídrico de las hojas de primavera (MPa) durante el ciclo vegetativo en 2015 (A) y 2016 (B).



Fotografía 2. Detalle del diámetro ecuatorial de las células epidérmicas del envés de la hoja de las plantas control (A) y de las que recibieron un aporte de SUPRACTYL (B).

durante el proceso de la respiración oscura) y la eficiencia de uso del agua como ratio entre la tasa de fotosíntesis neta y la de transpiración. La pérdida de agua por transpiración a través de los estomas es la consecuencia inevitable de la apertura estomática para permitir la entrada de CO_2 . La planta debe regular la apertura de los estomas de tal modo que maximice la entrada de CO_2 a la vez que minimiza la pérdida de agua.

A lo largo del ensayo, incluso en momentos de mayor demanda evaporativa (durante los meses de verano) los árboles control presentaron menores tasas de fotosíntesis neta que los árboles suplementados con SUPRACTYL. En cambio, al inicio del período de latencia no se observaron diferencias significativas. El número de aplicaciones efectuadas no afectó significativamente a la fijación de CO_2 por la planta (Tabla 5) durante el primer año de ensayo. En 2016, los tratamientos efectuados dan lugar a diferencias significativa en la fotosíntesis neta de las plantas en el análisis realizado en verano y al inicio del

Tabla 5. Fotosíntesis neta ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) a lo largo del ensayo.

Tratamientos	13/05/2015	02/06/2015	25/07/2015	28/10/2015
CONTROL	6,26 \pm 0,94 b	5,14 \pm 0,68 b	5,60 \pm 0,96 b	9,81 \pm 0,99 a
SUPRACTYL 1Ap	7,27 \pm 1,02 ab	6,42 \pm 0,34 a	8,63 \pm 0,63 a	9,37 \pm 0,63 a
SUPRACTYL 2Ap	9,21 \pm 2,75 a	6,14 \pm 0,39 a	8,93 \pm 0,68 a	9,24 \pm 0,65 a
SUPRACTYL 3Ap	7,31 \pm 1,51 ab	5,73 \pm 0,74 a	10,00 \pm 0,39 a	9,31 \pm 0,55 a
ANOVA	*	*	*	NS
Tratamientos	16/05/2016	13/06/2016	21/09/2016	07/11/2016
CONTROL	10,03 \pm 1,64	3,00 \pm 0,62 b	10,53 \pm 1,57	5,10 \pm 1,64 b
SUPRACTYL	8,48 \pm 1,97	9,40 \pm 2,14 a	8,57 \pm 1,20	12,73 \pm 1,43 a
ANOVA	NS	*	NS	*

Tabla 6. Eficiencia de uso del agua (fotosíntesis neta/tasa de transpiración) a lo largo de 2016.

Tratamientos	16/05/2016	13/06/2016	21/09/2016	07/11/2016
CONTROL	7,69 \pm 0,76	1,48 \pm 0,32 b	11,01 \pm 1,50 a	19,70 \pm 5,35 b
SUPRACTYL	6,73 \pm 1,34	5,62 \pm 0,96 a	8,83 \pm 0,46 b	28,54 \pm 3,17 a
ANOVA	NS	*	NS	*

letargo de las plantas, con valores superiores en los árboles que recibieron SUPRACTYL.

La Tabla 6 muestra la eficiencia de uso del agua durante el año 2016, cuantificada con el ratio entre la fotosíntesis neta y la tasa de transpira-

ción. Los resultados muestran que las plantas que recibieron SUPRACTYL por vía foliar presentaron mayores eficiencias en el uso del agua en las medidas tomadas en junio, cuando empiezan a incrementarse las temperaturas. Este mismo efecto se observó en el letargo de las plantas.

Tabla 7. Biometría de las células de las hojas al final del ensayo (octubre 2016).

Tipo célula		Φ perpendicular (μm)	Φ ecuat. (μm)	$\Phi_{\text{perp}} / \Phi_{\text{ecuat}}$	Área elipse (μm^2)
CONTROL		12,93 \pm 0,73 a	15,07 \pm 0,59	0,92 \pm 0,18	149,49 \pm 10,68 a
SUPRACTYL		12,04 \pm 0,33 a	15,49 \pm 0,51	0,79 \pm 0,12	147,91 \pm 7,67 a
Epidermis haz	p-value	0,0003	0,1483	0,0786	0,0059
CONTROL		24,48 \pm 0,67 c	8,44 \pm 0,43	3,07 \pm 0,18 b	163,52 \pm 10,79 b
SUPRACTYL		34,01 \pm 1,05 a	8,28 \pm 0,26	4,19 \pm 0,17a	222,08 \pm 10,86 a
Parénq. empalizada	p-value	<0.0001	0,3252	0,0001	0,0007
CONTROL		18,73 \pm 0,56	20,99 \pm 1,12	0,93 \pm 0,04	313,16 \pm 22,98
SUPRACTYL		18,53 \pm 0,66	21,43 \pm 1,11	0,90 \pm 0,04	316,49 \pm 22,85
Parénq. lagunar	p-value	0,2940	0,7178	0,1219	0,7405
CONTROL		14,52 \pm 0,61	12,19 \pm 0,55	1,24 \pm 0,07	140,69 \pm 9,49 a
SUPRACTYL		14,13 \pm 0,55	11,21 \pm 0,59	1,32 \pm 0,07	127,31 \pm 10,61 a
Subepidérmicas	p-value	0,0670	0,1107	0,5608	0,0327
CONTROL		10,61 \pm 0,51	10,52 \pm 0,57 b	1,05 \pm 0,06 a	89,47 \pm 7,17 b
SUPRACTYL		10,17 \pm 0,25	13,17 \pm 0,60 a	0,81 \pm 0,04 b	105,68 \pm 6,16 a
Epidermis envés	p-value	0,8217	0,0080	0,0014	0,0506

Por último, en el estudio de los parámetros biométricos de las secciones histológicas de hojas de la brotación de primavera correspondientes a los distintos tratamientos, se observaron diferencias significativas en la morfología de las células que confirmarían los resultados observados en el primer año del estudio (datos no mostrados) para tres aplicaciones de SUPRACTYL (Tabla 7).

Concretamente, en las células del clorénquima, se observa que todos los tratamientos efectuados tuvieron como consecuencia un incremento con respecto al control en el diámetro perpendicular a la superficie de la hoja de las células que componen el parénquima en empalizada. Los mayores valores se registraron en las células correspondientes a hojas que recibieron SUPRACTYL. Es importante destacar que es en estas células, más expuestas al sol, en las que fundamentalmente reside la capacidad fotosintética del mesófilo. Como consecuencia de las diferencias registradas en este diámetro, los ratios entre ambos ejes de la célula fueron significativamente inferiores en los controles (Tabla 7). Asimismo, el área de la sección celular de las células del

parénquima en empalizada en los árboles tratados con SUPRACTYL fue significativamente mayor. En cambio, en el parénquima lagunar no se apreciaron diferencias morfológicas en las células en función de los tratamientos realizados. En las células de la epidermis del envés se observa un incremento en el diámetro ecuatorial (paralelo a la superficie de la hoja) en las hojas que recibieron SUPRACTYL (Tabla 7), que confirmaría los resultados obtenidos en el primer año de estudio.

CONCLUSIONES

El aporte foliar del SUPRACTYL da lugar a:

- Mayores incrementos del volumen de copa y diámetro de la variedad que los registrados en las plantas control.
- Concentración foliar de Mg, Zn y Mn superior con una coloración verde más intensa de la hoja.
- Un incremento en el contenido de vitamina C total (en 2016) y de sacarina del zumo del fruto.

- Plantas con un mejor estado hídrico (mayores valores de potencial hídrico) y mayores tasas de fotosíntesis neta en momentos críticos del ciclo vegetativo.

- A una eficiencia del uso del agua mayor que en las plantas control.

- A una sección mayor de las células de la epidermis del envés de las hojas, como consecuencia de un incremento en el diámetro ecuatorial de las mismas.

Por tanto, el aporte foliar de SUPRACTYL genera un mejor estado hídrico en la planta debido a una mejor regulación de los estomas y, por tanto, del intercambio gaseoso de la planta, lo que podría repercutir en la resistencia de las plantas al estrés abiótico. Además, la presencia de componentes bioactivos activa el desarrollo celular y provocando un mejor aprovechamiento de la fotosíntesis, posiblemente, a través de la estimulación de los flujos energéticos.